

透孔内異物検査方法

5 技術分野

本発明は透孔内異物検査方法に係り、特に直径数十ミクロンの透孔内部の異物の有無を検査するのに好適な方法に関する。

背景技術

- 10 一般的に、直径が数十～数百ミクロンといった透孔に対し、正しい数だけ開口されているか、透孔のサイズは均一か、あるいは内部に異物が入っていないか等の検査が行われる。この種の検査方法は、通常光学的な手法が用いられ、例えば、透孔が形成されているワークの検査面を顕微鏡を通じてエリアセンサカメラで撮像し、画像処理装置によって基準値との比較をなして良否判定を行うようにして
- 15 いる。この従来例では、画像処理装置の他に、オートフォーカスユニット、顕微鏡、または電子線が必要となり、透孔1個毎、または高倍率な拡大画像による検査を行っていた。

- この種の検査装置の一般的構成は、図14に示すように、透孔が開けられたワーク1を定位置に配置しておき、その下面側に光源2を配置するとともに、上面
- 20 側に顕微鏡ユニット3とエリアセンサカメラ4が一体になった画像取込み手段を配置する構成を採る。画像取込み手段はZ軸自動制御機構5により昇降可能とされ、またエリアセンサカメラ4にはオートフォーカスユニット6を介して画像処理装置7に接続されている。このような検査装置により、図15に示しているような複数個の透孔8の開いたワーク1を撮像するが、取込み画像は透孔8を1個
- 25 単位として、基準透孔の画素面積と測定画素面積との比較処理により透孔の良否判定を行なうようにしている。例えば、透孔8に異物が存在している場合には、透過光量が減少するので、測定画素面積は小さくなり、一定の閾値以下の画素面積となっている透孔8を欠陥として判定しているのである。

- ところが、上記従来の方法では、透孔の数が多くなると、検査時間がかかりすぎてしまうという問題がある他、高倍率な画像取込みを行なう場合、装置の機械精度的な要求事項が厳しくなり、製作費が高くなる。すなわち、焦点深度が狭くなるため、上述したように、オートフォーカスユニット6、カメラZ軸の自動制御機構5が必要となり、また視野範囲が狭くなるため、ワーク1を搭載するテーブルの高い位置決め精度が要求されるからである。更に、透孔内の異物検査を行う場合、従来のエリアセンサカメラを用いた撮像方法では、画素数が限られてしまうため分解能に限界があり、特に異物が透光性の場合にはその識別が極めて困難となってしまうため、不良品を良品として誤検出する可能性がある。
- 10 本発明は、上記従来の問題点に着目し、透孔内異物検査を低コストで精度良く、高速検査できる透孔内異物検査方法および装置を提供することを目的とする。

発明の開示

- 上記目的を達成するために、本発明に係る透孔内異物検査方法は、複数の同一サイズの透孔から透過する光を同時に画像データとして取り込み、予めこの取り込まれた個々の透孔に対応する受光領域を一つの塊としてその数をカウントし、当該受光領域数カウント値が設定された値と一致したワークを対象に、隣接受光領域面積を相対比較して異物有無の判定処理をなすように構成した。この場合、前記受光領域数のカウントは、抽出された受光領域の面積値が設定範囲に内にある受光領域を対象として行なうように構成すればよい。また、前記受光領域数カウントによりカウントされた受光領域数が設定値に一致しない場合に検査を終了させるようにすればよい。
- 15 20

- 以上説明したように、本発明は、複数の同一サイズの透孔から透過する光を同時に画像データとして取り込み、予めこの取り込まれた個々の透孔に対応する受光領域を一つの塊としてその数をカウントし、当該受光領域数カウント値が設定された値と一致したワークを対象に、隣接受光領域面積を相対比較して異物有無の判定処理をなすように構成しているので、検査対象物となる受光領域面積値が非常に小さい場合でも、隣接受光領域面積の相対比較処理における誤検出や検出
- 25

漏れ対策を第１段階の受光領域数カウント処理で対策できる効果が得られる。

より具体的には、複数の同一サイズの透孔から透過する光を同時に画像データとして取り込み、予めこの取り込まれた個々の透孔に対応する受光領域の数を抽出された受光領域の面積値が設定範囲に内にある受光領域を対象としてカウントし、当該受光領域数カウント値が設定された値と一致したワークを対象に、隣接受光領域面積を相対比較して異物有無の判定処理をなし、前記受光領域数カウントによりカウントされた受光領域数が設定値に一致しない場合に検査を終了させるように構成する。

更に、本発明は、複数の同一サイズの透孔から透過する光を同時に画像データとして取り込み、これらを群単位に振り分けて検査範囲毎に読み込ませ、各検査範囲において予めこの取り込まれた個々の透孔に対応する受光領域の数をカウントし、当該受光領域数カウント値が設定された値と一致したワークを対象に、各検査範囲における隣接受光領域面積を相対比較して異物有無の判定処理をなす構成としたものである。

更に、前記センサカメラの撮像焦点を前記ワーク表面に対してずらして撮像することによって、前記透孔から透過する光の撮像面積を拡大して撮像するよう構成してもよい。

図面の簡単な説明

- 図１は、実施形態に係る透孔内異物検査装置の構成図である。図２は、同装置の要部斜視図である。図３は、実施形態に係る装置に用いられるラインセンサカメラとワークとの関係を示す図である。図４は、実施形態に係る装置による画像取込みの原理図と透孔からの透過孔の取込み画像例である。図５は、一般的な画像取込みの原理図と透孔からの透過孔の取込み画像例である。図６は、実施形態に係る装置による処理作業工程のフローチャートである。図７は、パターンマッチングの説明図である。図８は、塊数検査のフローチャートと計測画像の例である。図９は、ワークからの取込み画像例の説明図である。図１０は、ワークの透孔位置と面積値との傾向図である。図１１は、隣接面積判定処理の基本フローチャー

トである。図12は、同フローチャートにおける隣接面積判定の具体的処理を示すフローチャートである。図13は、検査結果の正方向と逆方向の透孔位置と透孔面積値の関係を示すグラフである。図14は、従来の異物検査装置の構成を示す図である。図15は、従来装置による検査の説明図である。

5

発明を実施するための最良の形態

以下に本発明に係る透孔内異物検査方法の具体的実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

図1は実施形態に係る透孔内異物検査方法を実施するための検査装置の構成を示すブロック図であり、図2は同装置の主要部構成の斜視図である。これらに図示したように、基本的には、複数の透孔を列状に配列した平板状のワーク10の下面部に光源12を配置して裏面から透孔に向けて光を照射し、一方、ワーク10の上面部側に複数画素を列状に配列したラインセンサカメラ14を配置して、当該ラインセンサカメラ14により透孔からの透過光を撮像するように構成している。したがって、ワーク10の一方平面側に配置された光源12によりワーク10に光を当て、前記ワーク10を挟んで光源12の反対側に置かれたラインセンサカメラ14により撮像する。そして、図3に示すように、このラインセンサカメラ14と前記光源12とをワーク10に対して相対的に平行移動することにより透過平面画像を撮像して画像を取り込むようにしている。透孔内に異物があった場合、異物によって光が遮られ、画像データにおける透孔に対応した受光領域の面積値が小さくなるという特性を利用して異物検出を行なようにしている。実施形態では、上記ラインセンサカメラ14は、視野幅に対して5000画素程度のものを用いて画像取込みをなすようにしている。このようなラインセンサカメラ14を用いることにより分解能が高くなり、1画素当たりの分解能が約3μmまで向上させることができる。なお、図示の例では、3個のワーク10を同時に検査するようになっており、このため、光源12とセンサカメラ14が3対設けられている。もちろん、1ユニットで検査する構成でもよい。

ラインセンサカメラ14はワーク10と相対的に平行移動させることで平面画

像を取り込むことができるため、図 1 ～ 2 に示すように、実施形態ではワーク 10 を X Y テーブル 16 に搭載して画素列と直行する方向に移動させて、スキャンさせるものとしている。

XY テーブル 16 の定位置にワーク 10 を配置する目的のため、ワーク 10 を挟み込む固定治具 18 が用いられている。これは下治具 18 D と上治具 18 U とからなり、適当な固定手段によりテーブル上の定位置に治具 18 を位置決め固定させている。この治具 18 にはワーク 10 の透孔列に対応するスリット 20 を形成して透過光をこのスリット 20 を通じてラインセンサカメラ 14 により取り込むものとし、併せて、XY テーブル 16 の下方に配置されている光源 12 もライン照明をなす構成としている。そして、テーブル下面部には拡散板 22 が取り付けられ、光源 12 からの光強度のムラを緩和させて均一に透孔列に光を照射させている。

上記構成により、ワーク 10 を XY テーブル 16 の移動によりラインセンサカメラ 14 が透孔列からの透過光を撮像することができるが、この画像データは画像処理手段 24 に入力され、内蔵されている判別手段により透孔内異物の有無を判別するようにしている。この画像取込みに際して、異物が透光性の場合、判別が困難となるために、本実施形態では、ラインセンサカメラ 14 の焦点位置を前記ワーク 10 表面位置に一致させず、ワーク表面位置からずらして設定している。すなわち、ラインセンサカメラ 14 の位置をワーク 10 の透孔に対して、焦点距離 L よりも長く $(L + \alpha)$ 設定して透過光の撮像面積を見掛け上拡大するようにしている。この原理図を図 4 に、比較例を図 5 に示す。まず、ラインセンサカメラ 14 は複数の CCD や C-MOS 半導体などのような撮像素子が直線状に配列したセンサ本体 26 と、接写リング部 28、および光学レンズ系 30 を備えている (図 4 参照)。一般的に、センサカメラを設定する場合は、図 5 (1) に示すように接写リング 28 の調整によりワーク 10 に穿設されている透孔 32 の開口面に焦点が一致するように (焦点距離 L) 配置し、透孔 32 の開口サイズに一致する画像を取り込むようにしている。しかし、本実施形態では焦点位置がワーク 10 の表面位置よりも上方 (センサ側) にあるように設定している。これにより、

取込み画像は焦点を合わせた状態では、透孔内異物によって透過光が遮蔽された領域が図5(2)に示すように例えば2画素の面積分として検出されるが、本実施形態の場合には、図4(2)に示すように8画素の面積分として検出することができる。いわゆるピントを合わせた状態では透孔32の開口部分での透過光のみが検出される。しかし、ピントをぼかした実施形態の場合には単位面積当たりの光強度は低下するが、取込み画像における透孔32に対応する受光領域の面積値は大きくなり、同様に異物面積が見掛け上大きくなるためである。したがって、このように構成することで、測定値すなわち透過光量面積値Xは、次式のように表すことができる。

10

$$X = (S - \alpha) \beta$$

但し、Sは透孔32に対応する受光領域の面積値、 α は異物領域の面積値、 β はピントぼかし効果による面積拡大率($\beta > 1$)である。 $\beta = 1$ のときはピントがワーク表面に合っている場合である。

15

このように積極的にラインセンサカメラ14の焦点位置をワーク10の透孔32に一致させずにずらした状態とし、ピントをぼかすことにより撮像画像が見掛け上拡大し、これによって異物の検出能力が高くなる。

上述したラインセンサカメラ14からの検出信号は、コンピュータからなる画像処理手段24に入力され、ワーク10内の複数の透孔32に対応する複数の2値化画像データを求めるようにしている。この画像処理手段24には前記2値化画像データに基づき、個々の透孔32に対応する塊数をカウントしてこれが設定値と同じか否かの判定処理と、隣接面積の相対比較をなして異物の有無を判定処理をなす判別手段が設けられている。この一連の処理フローを図6に示す。すなわち、判別手段を備えた画像処理手段24は、ラインセンサカメラ14により複数の検査範囲を含む領域を一括で画像に取り込み(ステップ100)、検査範囲の位置補正のためのパターンマッチングを行なう(ステップ200)。このパターンマッチングにより基準画像との位置ずれがある場合に検査範囲の位置補正をなし

20

25

た上で(ステップ300)、検査の前処理として取込画像の2値化処理を行なう(ステップ400)。ここまでの画像処理手段24による処理過程である。

その後に良否判定処理に移行し、最初に透孔32が規定の数だけ確認できるかどうかの塊数カウントすることによって規定透孔が開口しているかどうかを、個々の透孔32に対応する受光領域を一塊りとして判断される(ステップ500)。

- 5 その後に最終的に隣接面積の比較処理を行ない異物の有無による良否判定が為されるのである(ステップ600)。

- 次に各ステップの具体的処理内容を説明する。まず、ステップ200のパターンマッチング処理は、検査開始ポイント毎、画像取込み毎に、基準画像に対して位置ずれが生じた場合、検査対象物としての透孔32が検査範囲から外れる可能性があるため、その位置ずれ修正のために行われる。図7(a)に示すように、ワーク10に対する正規の画像取込み範囲(二点鎖線)を基準画像としており、ワーク10に設定されたサーチパターン(●)をもとに基準画像に設定された透孔列が入る検査範囲(一点鎖線)との相対距離を求めておき、画像取込みの位置が、図7(b)に示すようにずれた場合、サーチパターンと検査範囲の相対位置間隔に一致するように検査範囲を移動調整し、図7(c)に示すように、検査対象物としての透孔列が検査範囲に入るように位置を補正するのである。
- 10 位置ずれが生じた場合、検査対象物としての透孔32が検査範囲から外れる可能性があるため、その位置ずれ修正のために行われる。図7(a)に示すように、ワーク10に対する正規の画像取込み範囲(二点鎖線)を基準画像としており、ワーク10に設定されたサーチパターン(●)をもとに基準画像に設定された透孔列が入る検査範囲(一点鎖線)との相対距離を求めておき、画像取込みの位置が、図7(b)に示すようにずれた場合、サーチパターンと検査範囲の相対位置間隔に一致するように検査範囲を移動調整し、図7(c)に示すように、検査対象物としての透孔列が検査範囲に入るように位置を補正するのである。
- 15 位置ずれが生じた場合、検査対象物としての透孔32が検査範囲から外れる可能性があるため、その位置ずれ修正のために行われる。図7(a)に示すように、ワーク10に対する正規の画像取込み範囲(二点鎖線)を基準画像としており、ワーク10に設定されたサーチパターン(●)をもとに基準画像に設定された透孔列が入る検査範囲(一点鎖線)との相対距離を求めておき、画像取込みの位置が、図7(b)に示すようにずれた場合、サーチパターンと検査範囲の相対位置間隔に一致するように検査範囲を移動調整し、図7(c)に示すように、検査対象物としての透孔列が検査範囲に入るように位置を補正するのである。

- ステップ400の自動2値化処理は、画像処理の一般的な処理であるが、ラインセンサカメラにおいて、透孔からの透過光を受光したCCD素子を受光しないCCD素子と峻別して画像計測を行なうために行われ、面積値などの特徴量を取得するようにしている。ここでいう自動2値とは、2値化レベルを固定するのではなく、多少の光量変動に対応できるように、自動的に2値レベルを調整させる機能である。
- 20 CCD素子と峻別して画像計測を行なうために行われ、面積値などの特徴量を取得するようにしている。ここでいう自動2値とは、2値化レベルを固定するのではなく、多少の光量変動に対応できるように、自動的に2値レベルを調整させる機能である。

- ここまでの処理は画像処理手段24による処理工程であるが、上記処理により得られた画像データは判定手段に送られ、良否判定としてステップ500の受光領域数のカウント処理を最初に行ない、次いでステップ600の隣接面積判定処理を行なうようにしている。受光領域数のカウント処理は、上述した検査範囲内にある一定の条件を満たす受光領域部分の数が同じか否かを比較するものである。
- 25 得られた画像データは判定手段に送られ、良否判定としてステップ500の受光領域数のカウント処理を最初に行ない、次いでステップ600の隣接面積判定処理を行なうようにしている。受光領域数のカウント処理は、上述した検査範囲内にある一定の条件を満たす受光領域部分の数が同じか否かを比較するものである。

- 具体的検査フローを図8(1)に示している。個々の透孔32に対応する受光領域として認識することのできる数をカウントするため、まず条件を満たす受光領域の検出がなされる(ステップ510)。この条件とは、計測対象物の色、計測対象物の面積上限値、計測対象物の面積下限値である。計測対象物の色は2値化処理しているので「白」もしくは「黒」から選択する。面積値が計測対象物の面積下限値と面積上限値を超えるものは受光領域として判断しないようにしている。例えば、模式的に図8(2)に示しているように、受光領域候補が5個検出され、その面積値が括弧内数字で示されている値である場合、面積下限値を100、上限値を800とすると、条件を満たす受光領域の数は「3」となる。このように条件にあう受光領域数が検出された後は、その数と設定値との比較がなされる(ステップ520)。設定値は検査範囲に取り込まれるべき透孔の数の規定値である。透孔数が規定値に一致していれば、良否判定のための隣接面積判定処理(ステップ600)へ移行し(ステップ530)、不一致であれば透孔数不良として検査終了処理が行なわれる(ステップ540)。
- このような受光領域カウント処理は、次の隣接面積判定の検出漏れ対策として機能し、また検査対象ワークの機種判定にも利用することができ、更に画像処理の無駄を省くことができる。すなわち、隣接透孔同士の相対比較をなす判定処理(ステップ600)では、検査範囲内の受光領域が全て不良であった場合の相対比較値(面積値差)が全て小さくなって不良として判定できずに異物検出漏れが発生する危険性があるが、このような処理に先立って受光領域数カウント判定を実行することで、検出漏れの発生を防止することができる。また、検査範囲を複数設定でき、個々の検査範囲単位で受光領域数(透孔)を設定することができるため、取込み画像中の検査範囲の組み合わせにより、簡易的にワーク種の機種判別が可能となっている。例えば、検査範囲数が3であり、設定受光領域(透孔)数が各検査範囲で50、50、50となっているワークや、設定受光領域数が30、30、30であるワーク、あるいは検査範囲数が2で設定受光領域数が30、20であるワークなどの判別が可能となるのである。更に、受光領域数が設定値に一致しない場合にはそのワークに対する検査を終了する処理を行なうので(ス

テップ540)、画像処理手段24における処理負担を軽減でき、これによる処理時間の短縮化を図ることができる。

上記受光領域数カウント処理が終了した後、引き続きステップ600の隣接面積判定処理を行なうが、これは各受光領域ごとに基準面積値(上限値、下限値)

- 5 と比較するのでなく、隣接する透孔32に対応する受光領域同士の面積差を求め、この面積差が設定面積差以上であるか否かによって良否判定をなすようにしている。すなわち、取込み画像の個々の検査範囲において各透孔に対応する受光領域面積がそれぞれ求められる。これは例えば、図9に示しているように、No.1 : 350、No.2 : 330、No.3 : 250、No.4 : 330……として求められるが、このように検出された受光領域面積の差を算出するようにしている。その面積差が基準値以内であれば、対象透孔を1つ更新して同様に面積差を求める。面積差が基準値を超えていれば、大径側を基準にしてこの大径透孔面積と次の計測受光領域面積との比較をなすのである。例えば、面積差の基準値「50」とした場合、No.1とNo.2の面積差は「-20」となるので、OKとして、次に1つ
- 10 更新してNo.2とNo.3の面積差を求める。この差は「80」となる。この場合は基準値を超えているので、大面積側のNo.2をOKとして、小面積側のNo.3をNGとするのである。次の比較対象をOKとされたNo.2としてNo.4と比較するのである。これにより異物の存在により受光領域面積が小さくなることを利用して良否判定ができる。

- 20 これは取込み画像中で、検査対象物となる透孔32の受光領域面積値が非常に小さい場合、異物検出条件が厳しくなり、ワークの反りなどに起因するワーク単位毎の条件により、あるいは画像の取込み毎に個々の透孔に対応する受光領域面積値にバラツキを生じる。そのため、図10に示すように、予め良否判定しきい値を受光領域面積の絶対値で設定してしまうと、実際には異物がないにも拘わらず面積値が小さいとして誤検出をなし(図10のA箇所)、不良箇所であるにも拘わらず受光領域面積値が大きいため不良箇所を検出しない(図10のB箇所)場合が発生する。そこで、本実施形態では、隣接する透孔32に対応する受光領域同士の面積値を比較することにより、ワークの反りがある場合などのいわゆる傾
- 25

向値に左右されることなく、誤検出のない安定した検査を可能としている。

このような隣接面積判定処理の流れは図 1 1 に示すようになる。まず第 1 段階の受光領域（透孔）数カウント判定処理（ステップ 5 0 0）により「OK」となったワーク 1 0 に対して面積判定対象として処理が開始される（ステップ 5 3 0）。

- 5 実施形態では、検査対象物の透孔列が 1 列に配列している場合を対象としており、この場合、画像処理手段 2 4 によるラベリング（番号付け）機能を利用して付与された番号 No. 1 から No. n まで正方向に判定処理を行ない（ステップ 6 2 0）、次いで No. n から No. 1 までの逆方向に判定処理を行なうようにしている（ステップ 6 3 0）。そして、正方向、逆方向の測定結果の AND を採って最終的に良否
- 10 判定をなすようにしている（ステップ 6 4 0）。もちろん、検査対象の複数の透孔 3 2 が 1 列に配列されていない場合でも、同一検査範囲内で検査対象物の大きさが均一であれば、画像処理手段のラベリング機能により、ラベリングの順に受光領域同士の面積差を求めるようにすることで同様に処理できる。ラベリングは座標位置で順番付けを行なうようにすればよい。
- 15 具体的な隣接透孔からの受光領域面積判定のための処理フローを図 1 2 に示す。ワーク 1 0 を走査して取り込まれた画像における検査範囲内の複数の透孔に対応する受光領域の面積値がそれぞれ算出されるが、最初に 1 回目の判定のためにパラメータが設定される（ステップ 6 2 1）。No. 1 の透孔の受光領域面積値をパラメータ A として比較対象透孔の受光領域面積値とし、検査対象として隣接してい
- 20 る No. 2 の透孔の受光領域面積値がパラメータ B として設定される。次の判定のために検査対象透孔に対応する受光領域をシフトさせるための変数設定がなされる（ステップ 6 2 2）、その後に隣接透孔 3 2 の受光領域同士の面積比較がなされる（ステップ 6 2 3）。この比較処理は、上記受光領域面積値の差（A - B）を規格値と比較するもので、次式に基づいて判定される。

25

$$|A - B| \leq \text{規格値}$$

規格値は透孔 1 0 のサイズや異物サイズなどによって定めればよい。

面積値が規格値以内の場合には、Aの透孔は良品と判定され、同時にパラメータBがAに変換される（ステップ624）。また、面積値が規格値を超えている場合、AとBとの面積値を比較して（ステップ625）、面積値の小さい透孔を不良透孔と判定させている。異物が存在すれば面積値としては小さくなるからである。

- 5 A<Bの場合、NGポイントはAとなり、Bが次回の比較対象透孔として更新し（ステップ266）、A>Bの場合にはNGポイントはBとなり、次回の検査の比較対象透孔は引続きAが維持される（ステップ267）。そして、検査対象透孔のシフトを行ない（ステップ268）、透孔数が設定透孔数になるまで上記処理を繰り返すのである（ステップ269）。

- 10 このような隣接透孔受光領域面積の判定処理が透孔列の正方向と逆方向について行なわれるが、その実際の測定結果を表1と表2に示す。これは透孔数が13の場合について求めたものであり、規格値を100として判定したもので、表1は正方向の場合を、表2は逆方向の場合を示している。また、図13（1）には正方向の透孔位置と透孔受光領域面積値のグラフを示し、図13（2）には逆方向のそれを示している。
- 15

【表1】

《正方向隣接面積判定》

透孔位置	受光領域 面積値 (B)	比較対象 受光領域 面積値 (A)	比較対象 透孔位置	面積差	判定
1	143	—	—	—	OK
2	150	143	1	7	OK
3	143	150	2	7	NG
4	304	143	3	161	OK
5	306	304	4	2	OK
6	307	306	5	1	OK
7	184	307	6	123	NG
8	200	307	6	107	NG
9	305	307	6	2	OK
10	310	305	9	5	OK
11	312	310	10	2	OK
12	308	312	11	4	OK
13	200	308	12	108	NG

【表 2】

《逆方向隣接面積判定》

透光位置	受光領域 面積値 (B)	比較対象 受光領域 面積値 (A)	比較対象 透光位置	面積差	判定
13	200	—	—	—	NG
12	308	200	13	108	OK
11	312	308	12	4	OK
10	310	312	11	2	OK
9	305	310	10	5	OK
8	200	305	9	105	NG
7	184	305	9	121	NG
6	307	305	9	2	OK
5	306	307	6	1	OK
4	304	306	5	2	OK
3	143	304	4	161	NG
2	150	304	4	154	NG
1	143	304	4	161	NG

表 1 において、最初は透光位置 No. 2 が検査対象となるが (B となる)、ここでの No. 1 (A) と No. 2 (B) の比較において、面積差が規格値以内となっているため、No. 1 については OK と判断され、No. 3 を検査対象とする場合の No. 2 と No. 3 の比較においては受光領域面積差が同様に規格値以内となっているために、No. 2 について OK と判定されている。No. 3 と No. 4 においては、面積差が 161 で No. 4 の面積値が大きいいため、ステップ 626 により No. 4 については OK と判定し、No. 3 については NG と判定する。また例えば、No. 7 を検査対象とする場合には、比較対象 No. 6 の透光に対応する受光領域面積が大きいいため (A

5

10 【表 3】

透孔位置良否判定														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
正方向判定	OK	OK	NG	OK	OK	OK	NG	NG	OK	OK	OK	OK	NG	
逆方向判定	NG	NG	NG	OK	OK	OK	NG	NG	OK	OK	OK	OK	NG	
AND判定	NG	NG	NG	OK	OK	OK	NG	NG	OK	OK	OK	OK	NG	

このように、正方向、逆方向でそれぞれ良否判定をなし、これらのANDを採ることにより、検査開始透孔、終端透孔の良否判定が正確に行なわれる。

上述したような実施形態に係る透孔内異物検査方法および装置によれば、例えば複数の透孔が開口されているワーク10に対し、ラインセンサカメラ14が走査して複数の検査範囲を含む領域を一括で画像を取り込み、取込み画像に設定されている検査範囲毎に各透孔からの透過光による受光領域数と受光領域面積を求めるため、個々の透孔単位で比較する検査処理に比較して処理速度を著しく速くすることができる。すなわち、広範囲で画像を取り込み、複数個の透孔を一括で処理する。ワーク形状にもよるが、現在約300個程度の透孔に対応する画像データを一括で取込みしているため、非常に効率が高いものとなる。また、このときラインセンサカメラ14の焦点位置をずらして撮像するため、透孔内の異物が透明物であっても正常な透孔の受光領域面積との差が大きくなり、比較判定を容易にできるものとなっている。検出できる透明異物の大きさ（面積）は、基準透孔の受光領域面積値に対して15%以上の大きさである。なお、有色系の異物であれば、更に微小なサイズの異物も検出可能である。

異物判定に際して、最初に検査範囲内の受光領域数が設定透孔数だけあるか否かが判定されるようになっているため、第2判定処理での隣接透孔の受光領域面積判定での検出漏れの発生を防止できる。設定透孔数だけ受光領域数が認識できなかった場合には当該ワーク10に対する検査作業を終了するため、画像処理手段24での処理負担を軽減できるものとなっている。そして、正規の透孔数だけあるワークに対して隣接する透孔との受光領域面積差を求めるようにしており、個々の透孔毎の受光領域面積値の判断ではなく、隣り合う透孔の受光領域面積値を比較するようにしているため、ワークの反りなどに起因して誤検出したり検出漏れが発生することがなくなるのである。

なお、ピントをぼかすことによつて、異物検査条件が厳格になり、ワークや画像取込み毎に透孔からの受光領域面積値にバラツキが生じ、単純に透孔からの受光領域面積値を閾値としての基準面積値と比較して良否判定した場合、誤検出、検出漏れが発生する危険性があつたが、隣接する透孔の受光領域同士の面積値を

比較することにより、安定した検査を可能となっている。

ところで、上記手法はラインセンサを用いずにエリアセンサを使用した場合にも適用できる。この装置構成は、図 1 におけるラインセンサカメラ 14 に代えて
5 エリアセンサカメラを取り付けることで実現できる。エリアセンサカメラを用いてワーク 14 を撮像する場合、透孔 32 を 1 個単位で撮像してもよいが、処理の迅速性から複数の透孔群を一括で撮像データとして取り込むことが好ましい。エリアセンサカメラは透孔 32 を透過する光を受光し、個々の透孔 32 に対応する受光領域を 2 値化して受光領域面積値を単位撮像素子をカウントすることによって求めることができる。このようにして透孔 32 毎の受光領域面積を一つの塊としてその数を求め、これを基準透孔数と比較して同一か否かを判定する。次いで、
10 個々の透孔 32 に対応する受光領域の面積値同士を相対比較することによって異物の有無判定をなすことができる。この判定処理は前述のラインセンサカメラ 14 を用いて取り込んだ画像データに対する処理工程と同様に行なう。

かかる実施形態によれば、必ずしもラインセンサカメラ 14 に依らず、エリア
15 センサカメラを用いて同様に透孔 32 に対応する受光領域の数を基準透孔と比較して、基準透孔 32 に対する受光領域数がある場合にのみ異物が存在しているかどうかを判定処理に移行することができ、従来方法に比較して簡単設備構成でワーク 10 の反りなどがあっても精度の高い異物検査が可能となるという効果が得られる。

請求の範囲

1. 複数の同一サイズの透孔から透過する光を同時に画像データとして取り込み、
予めこの取り込まれた個々の透孔に対応する受光領域を一つの塊としてその数を
5 カウントし、当該受光領域数カウント値が設定された値と一致したワークを対象
に、隣接受光領域面積を相対比較して異物有無の判定処理をなすことを特徴とす
る透孔内異物検査方法。
2. 前記受光領域数のカウントは、抽出された受光領域の面積値が設定範囲に内
10 にある受光領域を対象として行なうことを特徴とする請求項 1 に記載の透孔内異
物検査方法。
3. 前記受光領域数カウントによりカウントされた受光領域数が設定値に一致し
ない場合に検査を終了させることを特徴とする請求項 1 に記載の透孔内異物検査
15 方法。
4. 複数の同一サイズの透孔から透過する光を同時に画像データとして取り込み、
予めこの取り込まれた個々の透孔に対応する受光領域の数を抽出された受光領域
の面積値が設定範囲に内にある受光領域を対象としてカウントし、当該受光領域
20 数カウント値が設定された値と一致したワークを対象に、隣接受光領域面積を相
対比較して異物有無の判定処理をなし、前記受光領域数カウントによりカウント
された受光領域数が設定値に一致しない場合に検査を終了させることを特徴とす
る透孔内異物検査方法。
5. 複数の同一サイズの透孔から透過する光を同時に画像データとして取り込み、
25 これらを群単位に振り分けて検査範囲毎に読み込ませ、各検査範囲において予め
この取り込まれた個々の透孔に対応する受光領域の数をカウントし、当該受光領
域数カウント値が設定された値と一致したワークを対象に、各検査範囲における

6. 前記センサカメラの撮像焦点を前記ワーク表面に対してずらして撮像することによって、前記透孔から透過する光の撮像面積を拡大して撮像することを特徴とする請求項1ないし5に記載の透孔検査方法。

透孔内異物検査を低コストで精度良く、高速検査できる透孔内異物検査方法および装置である。

- 5 複数の同一サイズの透孔から透過する光を同時に画像データとして取り込み、予めこの取り込まれた複数の透孔に対応する塊面積の塊数をカウントし、当該塊数カウント値が設定された値と一致したワークを対象に、隣接塊面積を相対比較して異物有無の判定処理をなすように構成している。